

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-298389

(43)Date of publication of application : **17.10.2003**

(51)Int.Cl.

H03H 9/25
H03H 3/08

(21)Application number : 2002-093947

(71)Applicant : FUJITSU MEDIA DEVICE KK

(22)Date of filing : 29.03.2002

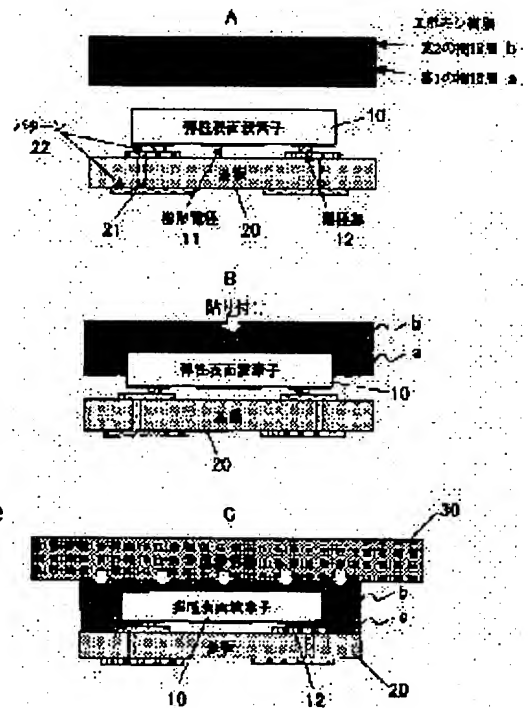
(72)Inventor : MIYAJI NAOKI

(54) MOUNTING METHOD OF SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT AND SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE HAVING SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT WHICH IS SEALED WITH RESIN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave (SAW) device in which a heating process can be shortened, thermal breakage of a surface acoustic wave element can be prevented, and reduction in thickness (low height) can be realized.

SOLUTION: The device has a substrate, the SAW element which has an interdigital transducer (IDT) formed on a piezoelectric substrate and is flip-chip mounted on the substrate by bumps so that the IDT face the substrate, a first resin layer covering the SAW element, and a second resin layer formed on the first resin layer. The first and second resin layers are made of a thermosetting resin which generates a state transition of hardening after softening in a heating process, and the first resin layer is formed of a resin material having fluidity due to softening larger than that of the second resin layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-298389

(P2003-298389A)

(43)公開日 平成15年10月17日(2003.10.17)

(51)Int.Cl.⁷

H03H 9/25

3/08

識別記号

FI

H03H 9/25

3/08

テマコード*(参考)

A 5J097

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願2002-93947(P2002-93947)

(22)出願日 平成14年3月29日(2002.3.29)

(71)出願人 398067270

富士通メディアデバイス株式会社

神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目3番地
12

(72)発明者 宮地 直己

長野県須坂市大字小山460番地 富士通メ
ディアデバイス株式会社内

(74)代理人 100094514

弁理士 林 恒徳 (外1名)

Fターム(参考) 5J097 AA29 AA34 HA04 HA09 JJ03

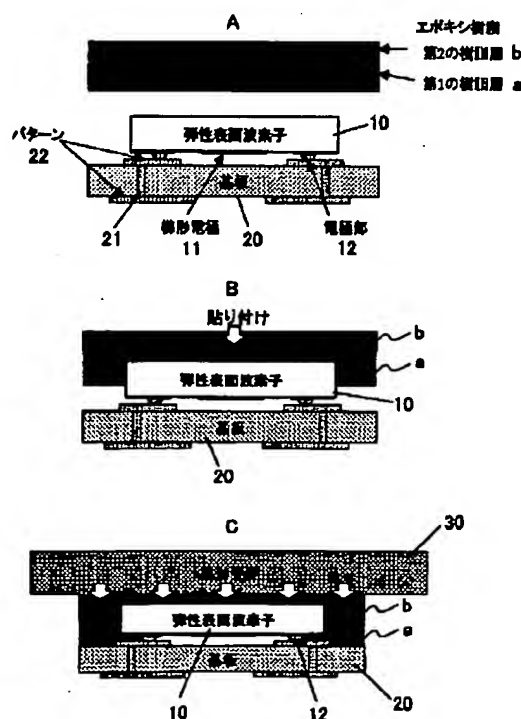
JJ09 KK07 KK10

(54)【発明の名称】 弾性表面波素子の実装方法及び樹脂封止された弾性表面波素子を有する弾性表面波装置

(57)【要約】

【課題】加熱工程を短縮でき、弾性表面波素子の熱破壊を防ぐことが可能であり、薄型(低背)化を可能とした弾性表面波装置を提供する。

【解決手段】基板と、圧電基板上に形成された櫛形電極を有し、前記櫛形電極が前記基板に対向するようにバンブにより前記基板にフリップ実装された弾性表面波素子と、前記弾性表面波素子を覆う第1の樹脂層と、前記第1の樹脂層上に形成された第2の樹脂層を有し、前記第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、加熱過程において、軟化した後、硬化するような状態遷移を生じる熱硬化性樹脂であり、前記第1の樹脂層は前記第2の樹脂層よりも軟化による流動性が大きい樹脂材料で形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板と、

圧電基板上に形成された櫛形電極を有し、前記櫛形電極が前記基板に対向するようにバンパにより前記基板にフリップ実装された弾性表面波素子と、

前記弾性表面波素子を覆う第1の樹脂層と、前記第1の樹脂層上に形成された第2の樹脂層を有し、

前記第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、加熱過程において、軟化した後、硬化するような状態遷移を生じる熱硬化性樹脂であり、

前記第1の樹脂層は前記第2の樹脂層よりも軟化による流動性が高い樹脂材料で形成されていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項2】請求項1において、

前記第1の樹脂層は、前記第2の樹脂層よりも硬化温度が高い樹脂材料であることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項3】請求項1において、

前記第2の樹脂層は、離型材が添加され、前記第1の樹脂層が軟化した後に硬化するような状態遷移を生じた以降に剥離されていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項4】それぞれ圧電基板上に形成された櫛形電極を有し、前記櫛形電極が一の共通基板に対向するようにバンパにより前記共通基板にフリップ実装された複数の弾性表面波素子が、個々に切り出されたものであって、前記共通基板に実装された状態で、前記複数の弾性表面波素子は、第1の樹脂層と、前記第1の樹脂層上に形成される第2の樹脂層により覆われていて、

前記第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、加熱過程において、軟化した後、硬化するような状態遷移を生じる熱硬化性樹脂であり、

前記第1の樹脂層は前記第2の樹脂層よりも軟化による流動性が高い樹脂材料で形成されていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項5】基板と、

圧電基板上に形成された櫛形電極を有し、前記櫛形電極が前記基板に対向するようにバンパにより前記基板にフリップ実装された弾性表面波素子と、

前記弾性表面波素子を囲う様に前記基板に積層された耐熱性の積層枠と、

前記弾性表面波素子を覆うための樹脂層を有し、

前記樹脂層は、加熱過程において、軟化した後、硬化するような状態遷移を生じる熱硬化性樹脂であり、

前記樹脂層は、更に加熱により前記弾性表面波素子の側面と、前記積層枠の上面に密着して前記櫛形電極を封止していることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項6】請求項5において、

前記積層枠の上面の少なくとも一部がメタライズされていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項7】請求項5において、

前記積層枠の上面及び、前記弾性表面波素子の上面にガラスコート又は、メタルコートが形成されていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項8】圧電基板上に形成された櫛形電極を有する弾性表面波素子を、前記櫛形電極が基板に対向するようにバンパにより前記基板にフリップ実装し、

加熱過程において、軟化した後、硬化するような状態遷移を生じる熱硬化性樹脂である第1の樹脂層とその上に形成された第2の樹脂層で形成される樹脂シートであって、前記第1の樹脂層は前記第2の樹脂層よりも軟化による流動性が高い樹脂材料で形成される樹脂シートを前記弾性表面波素子に張り付け、所定温度で前記樹脂シートを加熱押圧して前記櫛形電極を気密封止することを特徴とする弾性表面波素子の実装方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波素子の実装方法及びこれを用いた弾性表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】弾性表面波装置は、圧電基板表面に櫛形電極が形成された弾性表面波素子を有し、櫛形電極間を弾性表面波が伝搬することにより共振回路あるいはフィルタとしての電気的特性を得ている。

【0003】したがって、弾性表面波素子を弾性表面波装置内部に封入する場合、少なくとも弾性表面波素子の圧電基板の櫛形電極が形成された面上には空間が必要である。

【0004】さらに、櫛形電極上にゴミや水分等が付着する場合、弾性表面波の伝搬特性が変化する。このために上記櫛形電極が形成された面上の空間は、気密封止されていることが望ましい。

【0005】かかる要求を満たす一つの従来方法として、特開2000-124767号公報に記載された技術（以下、従来技術という）がある。かかる従来技術では、基板と弾性表面波素子（チップ）との接続にバンパを用い、このバンパを挟んで内側と外側領域に封止壁を設けた構成である。

【0006】かかる構成を考察すると、櫛形電極とバンパとの間に内側の壁を形成する領域が必要となり、従って、弾性表面波素子の小型化という観点において不利である。

【0007】さらに、基板に向かう面と反対側の弾性表面波素子の面はむき出しとなり信頼性に欠ける。これを解決するために、従来技術の実施の形態例では封止筐体の内底に上記の二重壁構造により弾性表面波素子を封止し、更にこの封止筐体を弾性表面波素子がフェイスアップとなる状態で基板に実装する構成を提示している。

【0008】しかし、かかる構成では封止筐体によって、装置の大きさが大きくならざるを得ない。

【0009】かかる点に鑑みて本発明者は、先に基板と圧電基板上に形成された櫛形電極を有し、前記櫛形電極が前記基板に対向するようにバンパにより前記基板にフリップ実装された弾性表面波素子と、前記弾性表面波素子のバンパ周辺に形成された第1の樹脂層と、前記第1の樹脂層と少なくとも前記弾性表面波素子の側面を覆う第2の樹脂層を有して構成される弾性表面波装置の構造を提案している（特願2000-29880）。

【0010】この弾性表面波装置の断面構造と、その製造工程の一例をそれぞれ図1、図2に示す。図1に示すように、圧電基板上に櫛形電極11が形成された弾性表面波素子10（Cと表記）と、スルーホール21を介して電極パターンを両面に有する基板20（Bと表記）を用意する。ついで、図2に示す工程に従い、パッド電極部12により櫛形電極11が形成された面を基板20に対向するように弾性表面波素子10を基板20にチップボンディングする（処理工程P1）。

【0011】次に、パッド電極部12と電極パターン22及び弾性表面波素子10の側面を第1の樹脂層aとなる樹脂材料をディスペンサー等により塗布する（処理工程P2）。ここで、第1の樹脂層aとなる樹脂材料は、パッド電極部12の内側に流れ込むことがないように、粘度の高い液状樹脂を用いている。

【0012】ついで、125℃～150℃で、15～30分間乾燥する（処理工程P3）。乾燥後に、第1の樹脂層aの樹脂材料に対してより流動性の良い第2の樹脂層bの樹脂材料をトランスファーモールドし、弾性表面波素子10を含む基板1の片面を封止し、樹脂を熱硬化させる（処理工程P4）。この時の加熱条件は、例として、150℃～175℃で3～5分間の加熱である。

【0013】さらに、ポストキュアとして、150℃～175℃で60～180分間加熱する（処理工程P5）。

【0014】ここで、図1では、省略されているが、上記処理工程P1において、一の基板上に複数の弾性表面波素子10をチップボンディングして、上記処理工程P2～P4を施すことにより一度に複数の弾性表面波装置の形成が可能である。この場合、ダイシングにより複数の弾性表面波装置は個別に切断される（処理工程P6）。ついで、個々の弾性表面波装置に対し、特性試験を行い（処理工程P7）、良品が選別されて梱包出荷される（処理工程P8）。

【0015】上記の様に先に本発明者が提案した方法において、弾性表面波素子10を基板20にボンディングする構成により低背化及び小型化された弾性表面波装置を実現できる。しかし、加熱による樹脂封止を2度行う必要があり、従って、弾性表面波素子10を形成する圧電基板がうける熱ストレスは2倍になるという問題が想定される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の目的は、製造工程において、熱ストレスを2倍に受けるという先の本発明者による提案における上記の問題を解決した弾性表面波素子の実装方法及びこれを用いた弾性表面波装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記の課題を達成する本発明に従う弾性表面波装置は、第1の態様として、基板と、圧電基板上に形成された櫛形電極を有し、前記櫛形電極が前記基板に対向するようにバンパにより前記基板にフリップ実装された弾性表面波素子と、前記弾性表面波素子を覆う第1の樹脂層と、前記第1の樹脂層上に形成された第2の樹脂層を有し、前記第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、加熱過程において、軟化した後、硬化するような状態遷移を生じる熱硬化性樹脂であり、前記第1の樹脂層は前記第2の樹脂層よりも軟化による流動性が大きい樹脂材料で形成されていることを特徴とする。

【0018】上記の課題を達成する本発明に従う弾性表面波装置は、第2の態様として、第1の態様において、前記第1の樹脂層は、前記第2の樹脂層よりも硬化温度が高い樹脂材料であることを特徴とする。

【0019】上記の課題を達成する本発明に従う弾性表面波装置は、第3の態様として、第1の態様において、前記第2の樹脂層は、離型材が添加され、前記第1の樹脂層が軟化した後に硬化するような状態遷移を生じた以降に剥離されていることを特徴とする。

【0020】上記の課題を達成する本発明に従う弾性表面波装置は、第4の態様として、それぞれ圧電基板上に形成された櫛形電極を有し、前記櫛形電極が一の共通基板に対向するようにバンパにより前記共通基板にフリップ実装された複数の弾性表面波素子が、個々に切り出されたものであって、前記共通基板に実装された状態で、前記複数の弾性表面波素子は、第1の樹脂層と、前記第1の樹脂層上に形成される第2の樹脂層により覆われていて、前記第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、加熱過程において、軟化した後、硬化するような状態遷移を生じる熱硬化性樹脂であり、前記第1の樹脂層は前記第2の樹脂層よりも軟化による流動性が大きい樹脂材料で形成されていることを特徴とする。

【0021】上記の課題を達成する本発明に従う弾性表面波装置は、第5の態様として、基板と、圧電基板上に形成された櫛形電極を有し、前記櫛形電極が前記基板に対向するようにバンパにより前記基板にフリップ実装された弾性表面波素子と、前記弾性表面波素子を囲う様に前記基板に積層された耐熱性の積層枠と、前記弾性表面波素子を覆うための樹脂層を有し、前記樹脂層は、加熱過程において、軟化した後、硬化するような状態遷移を生じる熱硬化性樹脂であり、前記樹脂層は、更に加熱により前記弾性表面波素子の側面と、前記積層枠の上面に密着して前記櫛形電極を封止していることを特徴とす

る。

【0022】上記の課題を達成する本発明に従う弾性表面波装置は、第6の態様として、第5の態様において、前記積層枠の上面の少なくとも一部がメタライズされていることを特徴とする。

【0023】さらに、上記の課題を達成する本発明に従う弾性表面波装置は、第7の態様として、第5の態様において、前記積層枠の上面及び、前記弾性表面波素子の上面にガラスコート又は、メタルコートが形成されていることを特徴とする。

【0024】上記の課題を達成する本発明に従う弾性表面波素子の実装方法は、圧電基板上に形成された櫛形電極を有する弾性表面波素子を、前記櫛形電極が基板に対向するようにバンプにより前記基板にフリップ実装し、加熱過程において、軟化した後、硬化するような状態遷移を生じる熱硬化性樹脂である第1の樹脂層とその上に形成された第2の樹脂層で形成される樹脂シートであって、前記第1の樹脂層は前記第2の樹脂層よりも軟化による流動性が大きい樹脂材料で形成される樹脂シートを前記弾性表面波素子に張り付け、所定温度で前記樹脂シートを加熱押圧して前記櫛形電極を気密封止することを特徴とする。

【0025】本発明の特徴は、以下に図面に従い説明される実施の形態例から更に明らかになる。

【0026】

【発明の実施の形態】図3は、本発明に従う弾性表面波装置の第1の実施の形態例を説明する断面構造を示す図であり、図3A～図3Cの順に弾性表面波素子10の実装工程を示している。

【0027】図3Aにおいて、圧電基板に櫛形電極11が形成されて構成される弾性表面波素子10と、スルーホール21を介して電極パターンを両面に有する基板20を有し、図2に示した処理工程P1と同様に、パッド電極部12により櫛形電極11が形成された面を基板20に対向するように弾性表面波素子10が基板20にチップボンディングされている。

【0028】さらに、熱流動性の異なる第1の樹脂層aと、第2の樹脂層bとを張り合わせて二層構造にした熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂シートが用意される。ここで、実施例として基板20の厚みは200 μ mであり、弾性表面波素子10の厚みは250 μ mであり、これに対し第1の樹脂層aの厚みは300 μ mであり、第2の樹脂層bの厚みは100 μ m程度である。

【0029】さらに、加熱過程において、第1の樹脂層aは、第2の樹脂層bよりも先に軟化するような熱流動性の大きい特性を有している。

【0030】図3Bに示すように、第1の樹脂層aと第2の樹脂層bで構成されるエポキシ樹脂シートを加熱ローラーにより弾性表面波素子10上に張り付ける。

【0031】この時、第1の樹脂層aの流動化により図

3Bに示すように、第1の樹脂層aが弾性表面波素子10の側面を覆う様に垂れる。

【0032】さらに、熱良伝導体の成形金具30により100kg/5cm²の押圧を付与したまま、10分間150℃の温度で加熱する。この時、第2の樹脂層bは第1の樹脂層aとともに軟化し、第1の樹脂層aを圧迫し、これにより第1の樹脂層aが基板20に接し、パッド電極部12まで覆う状態とされる。なお、この時、第1の樹脂層aの流動性は、樹脂が基板20と弾性表面波素子10との間に侵入しない程度に選ばれている。

【0033】その後、成形金具30を外し、150℃で3時間ポスト焼き入れを行う。これにより、第1の樹脂層a及び第2の樹脂層bはともに硬化して、弾性表面波素子10の櫛形電極11が上部に空間を有する状態で気密封止される。

【0034】図3に示す本発明の実施の形態例では、第1の樹脂層a及び第2の樹脂層bによる樹脂シートを用い、封止を行うことにより弾性表面波素子10に対する加熱によるストレスは1回のみとなり、弾性表面波装置の信頼性を高めることが可能である。

【0035】ここで、上記の実施の形態例における樹脂シートを構成する第1の樹脂層a及び、第2の樹脂層bについて考察する。

【0036】上記の実施の形態例の説明により明確なように、本発明に使用される第1の樹脂層a及び第2の樹脂層bは、ともにビスフェノール機能型エポキシ樹脂であって、加熱により一旦軟化状態となり、更に加熱を続けることにより硬化していく熱硬化性樹脂の性質を有している。

【0037】さらに、本発明の図3に示す実施例の要件として、前記第1の樹脂層aは、第2の樹脂層bよりも加熱による粘度低下が大きい、即ち熱流動性が大きいことである。この熱流動性は、例えば無機質のフィラーの添加量によって制御可能である。

【0038】図4、図5は、それぞれ第1の樹脂層aと、第2の樹脂層bの粘度(Pa·s：縦軸)の温度(℃：横軸)に対する変化特性の例を示す図である。図4に示す第1の樹脂層aの特性と、図5に示す第2の樹脂層bの特性とを比較すると、ともに温度の上昇とともに粘度が低くなるが、温度50℃～110℃の範囲において、第1の樹脂層aの方が第2の樹脂層bよりも粘度が低く、流れやすい状態になる。すなわち、第1の樹脂層aの方が第2の樹脂層bよりも流動性が大きいことが理解できる。

【0039】そして、ともに110℃以上になると粘度が大きくなり、150℃で加熱前の常温での粘度とほぼ同様の状態となる。

【0040】この様な第1の樹脂層aを第2の樹脂層bよりも流動性が大きいものであるという特徴を利用し、て、上記した本発明に従う図3の実施の形態例が実現で

きる。図6は、本発明の第2の実施の形態例を示す図である。複数の弾性表面波素子10-1、10-2を図3Aと同様に、チップボンディングにより基板20に搭載し、第1の樹脂層aと第2の樹脂層bよりなる樹脂シートを張り付け成形金具30で加熱押圧する。これにより図3Cと同様の状態になる。

【0041】について、図示しないダイシングカッターで個別に分離することにより複数の弾性表面波装置が得られる。分離された個々の弾性表面波装置において、低背化及び気密封止が実現される。

【0042】図7は、本発明の第3の実施の形態例を示す図である。この実施の形態例の特徴は、第2の樹脂層bにワックス等の離型剤を添加している点に特徴を有する。これにより、図7Aに示すように成形金具30で加熱押圧し、第1の樹脂層aを流動化して弾性表面波素子10の側面を覆う状態にする。ついで、成形金具30を外すことにより、図7Bに示すように離型剤が添加されている第2の樹脂層bを容易に第1の樹脂層aから剥がすことができ、装置の低背化が可能である。

【0043】この実施の形態例において、第2の樹脂層bは、主として第1の樹脂層aに対する熱緩衝材として機能する。すなわち、成形金具30により第1の樹脂層aを直接加熱する場合は、流動化の速度及び度合いが大きくなり、好ましい形態で弾性表面波素子を封止することが困難になる。

【0044】これに対し、熱緩衝材としての第2の樹脂層bを介して加熱する場合は、第1の樹脂層aを徐々に加熱することができる。かかる理由から図7の実施の形態例に使用される第1の樹脂層aと第2の樹脂層bは、図3に示した実施の形態例におけるよりも粘度差が大きいことが望ましい。

【0045】図8は、本発明の更なるいくつかの実施の形態例を示す図である。これらの実施の形態例では、第1の樹脂層aのみを使用する例である。

【0046】図8Aでは、基板20上にボンディングにより搭載された弾性表面波素子10の周囲にセラミックにより積層棒40を先に形成する。この状態で先の実施の形態例と同様に、第1の樹脂層aを弾性表面波素子10に張り付け、成形金具30で加熱押圧する。

【0047】これにより、第1の樹脂層aは流動化し、積層棒40の上面と弾性表面波素子10の側面を覆い、櫛型電極11を気密封止することが可能である。図8Bは、更に図8Aの実施の形態例を改善した例であり、図8Aにおいて気密封止のためには、積層棒40と第1の樹脂層aとの密着性が重要である。図8Bでは、積層棒40の上面にメタライズ層41を形成している。このメ

タライズ層41は、例えばタングステンスキージにより印刷し、焼成を行って形成する。メタライズ層41が形成された後に、第1の樹脂層aを加熱流動化する。この際、メタライズ層41により第1の樹脂層aと積層棒40との密着性（くっつき性）が良好となり、信頼性を高めることが可能である。

【0048】図8Cは、又別の方法を示す図である。この実施の形態例では、弾性表面波素子10の上面及び、積層棒40の上面にガラスコート又はメタルコート42を形成する。ガラスコートはSiO₂をスパッタ蒸着により、メタルコートはチタン張り付けにより形成可能である。

【0049】図8Cの実施の形態例において、特にガラスコートは第1の樹脂層aとの密着性を向上し、耐湿性を高めることが可能である。

【0050】

【発明の効果】上記に図面に従い実施の形態例を説明したように、本発明では加熱工程を短縮でき、従って弾性表面波素子の熱破壊を防ぐことが可能である。さらに薄型（低背）化を可能とした弾性表面波装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】弾性表面波装置の断面構造を示す図である。

【図2】図1の弾性表面波装置の製造工程の一例を示す図である。

【図3】本発明に従う弾性表面波装置の第1の実施の形態例を説明する断面構造である。

【図4】第1の樹脂層aの粘度（Pa・s：縦軸）の温度（℃：横軸）に対する変化特性の例を示す図である。

【図5】第2の樹脂層bの粘度（Pa・s：縦軸）の温度（℃：横軸）に対する変化特性の例を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態例を示す図である。

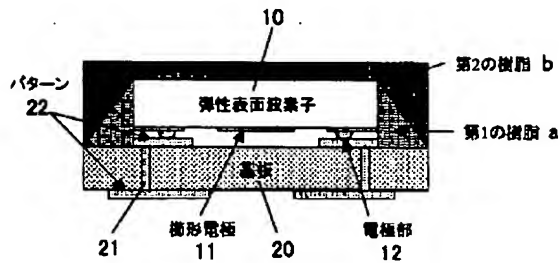
【図7】本発明の第3の実施の形態例を示す図である。

【図8】本発明の更なるいくつかの実施の形態例を示す図である。

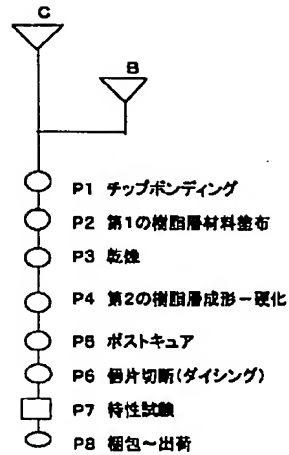
【符号の説明】

- 10 弾性表面波素子
- 11 櫛形電極
- 12 パッド電極部
- 20 基板
- 21 スルーホール
- 22 電極パターン
- 30 成型金具
- a 第1の樹脂層
- b 第2の樹脂層

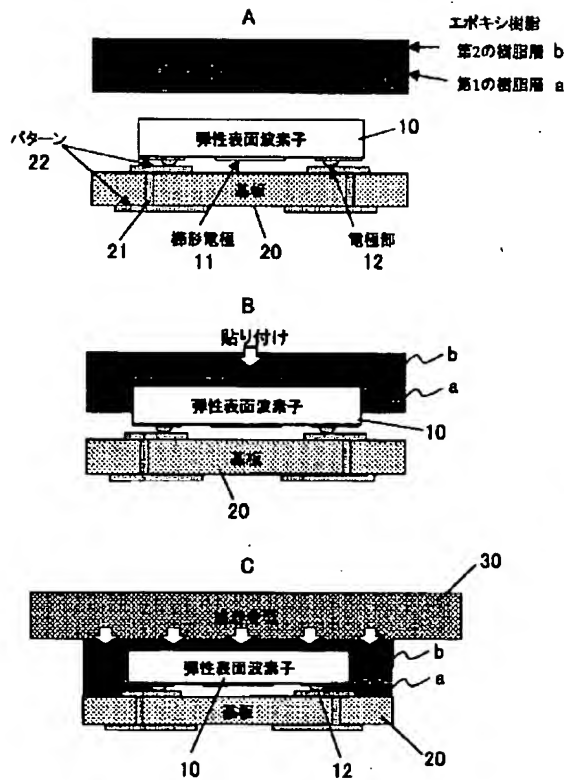
【図1】



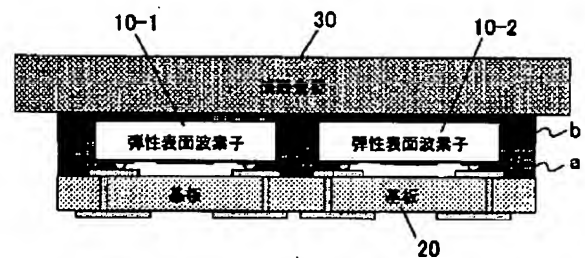
【図2】



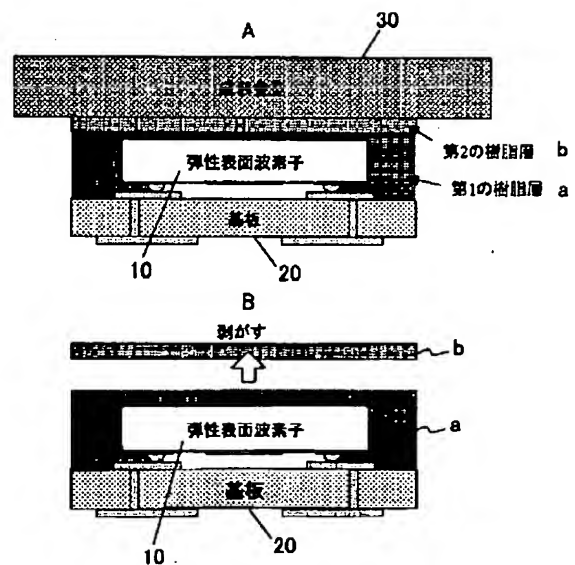
【図3】



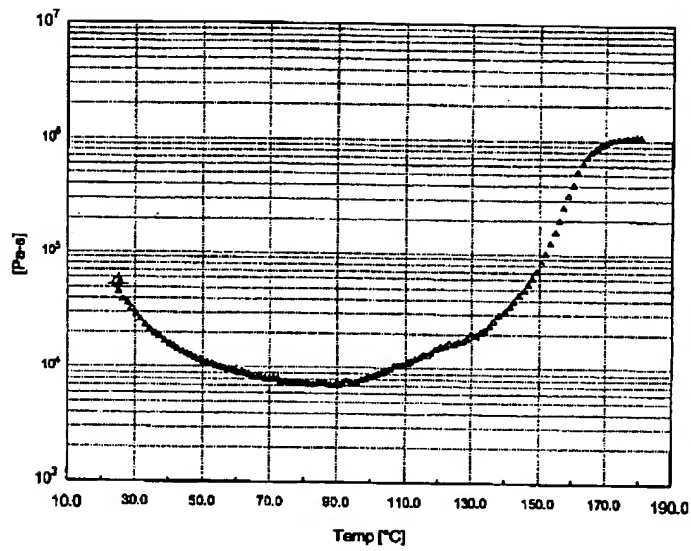
【図6】



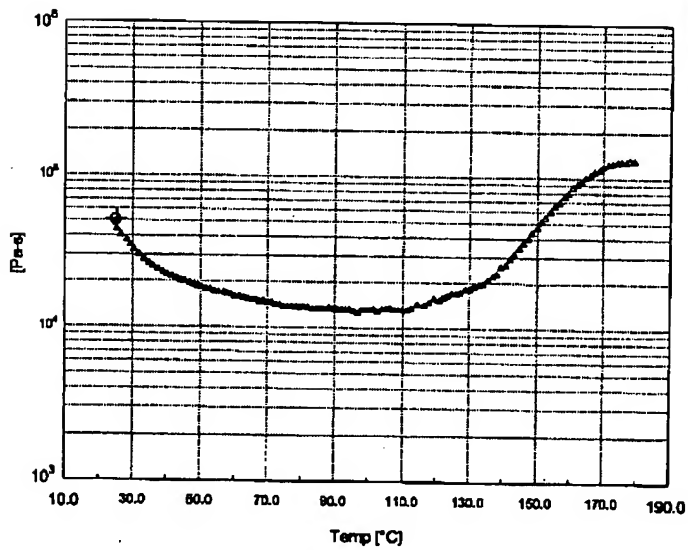
【図7】



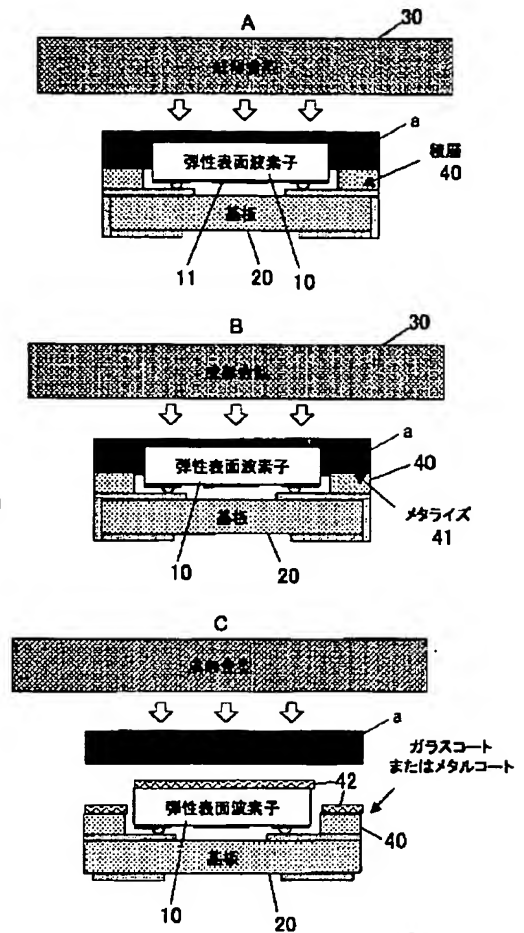
【図4】



【図5】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.